

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/059003 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C12Q 1/68**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014820

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2003 (23.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 60 591.2 23. Dezember 2002 (23.12.2002) DE
102 60 592.0 23. Dezember 2002 (23.12.2002) DE
103 20 339.7 7. Mai 2003 (07.05.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): FEBIT AG [DE/DE]; Käfertaler Str. 190, 68167 Mannheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): BEIER, Markus [DE/DE]; Friedenstr. 39, 69121 Heidelberg (DE).

(74) Anwälte: WEISS, Wolfgang usw.; Weickmann & Weickmann, Postfach 860 820, 81635 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WO 2004/059003 A2

(54) Title: INCORPORATION OF HAPTON GROUPS DURING THE PRODUCTION OF CARRIERS FOR THE DETERMINATION OF ANALYTES

(54) Bezeichnung: EINBAU VON HAPTON-GRUPPEN BEI DER HERSTELLUNG VON TRÄGERN FÜR DIE ANALYTBESTIMMUNG

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a carrier, especially a microfluidic carrier, for the determination of analytes.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers, insbesondere eines mikrofluidischen Trägers, für die Bestimmung von Analyten.

Einbau von Hapten-Gruppen bei der Herstellung von Trägern für die Analytbestimmung

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers, insbesondere eines mikrofluidischen Trägers, für die Bestimmung von Analyten.

10

In den letzten Jahren wurde mit der Technologie von auf einem Träger immobilisierten Rezeptorarrays, z.B. DNA-Chips, ein wertvolles Mittel geschaffen, das die schnelle und hochparallele Durchführung komplexer Analytbestimmungen erlaubt. Das den Rezeptorarrays zugrunde liegende biophysikalische Prinzip ist das der Wechselwirkung eines spezifischen immobilisierten Rezeptors mit einem in einer Flüssigphase vorhandenen Analyten, beispielsweise durch Nukleinsäurehybridisierung, wobei auf verschiedenen Bereichen des Trägers eine Vielzahl von Rezeptoren, z.B. Hybridisierungssonden, angebracht sind, die jeweils mit verschiedenen in der Probe vorhandenen Analyten, z.B. komplementären Nukleinsäureanalyten, spezifisch binden.

15

20

Um mit Rezeptorarrays, z.B. mit DNA-Chips, komplexe biologische Fragestellungen, wie Genexpressionsstudien, Targetvalidierung, Sequenzierungen oder Resequenzierungen bearbeiten zu können, ist eine effiziente Herstellung von Rezeptorarrays in hoher Qualität von grundlegender Bedeutung. Hierzu kann neben der Spotting-Technologie (Cheung et al., Nature Genet. Suppl. 1999, Vol. 21, 15-19) die Herstellung von DNA-Arrays auch *in situ* unter Verwendung von Phosphoramidit-Synthesebausteinen (Caruthers et al., Tetrahedron Lett., 1981, 1859) erfolgen. Hierbei lässt sich zwischen nasschemischen Verfahren (Maskos et al., Nucleic Acids Res. 1992, Vol. 20, 1679-1984) und photochemischen

25

30

- 2 -

Verfahren (Pease, Proc. Natl. Acad. Sci., 1994, Vol. 91, 5022-5026) unterscheiden.

Ein Träger und ein Verfahren zur Analytbestimmung, die eine integrierte
5 Rezeptorsynthese und Analyse erlauben, sind z.B. in WO 00/13018 beschrieben. Dort erfolgt die Rezeptorsynthese vorzugsweise unter Verwendung von photoaktivierbaren Rezeptorbausteinen. Alternativ wird eine Synthese der Rezeptorbausteine auch durch nasschemische Methoden offenbart. DE 101 22 357.9 beschreibt ein Verfahren zur
10 Rezeptorsynthese, das die Verwendung einer Kombination von photochemischen und nasschemischen Schritten beinhaltet.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers für die Analytbestimmung bereitzustellen, das
15 eine effiziente Kontrolle der Synthese von Rezeptoren auf dem Träger ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, bei dem Hapten-Gruppen vor dem Syntheseprozess oder/und während eines oder mehrerer Schritte des
20 Syntheseprozesses von Rezeptoren auf den Träger aufgebracht werden.

Ein erster Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers für die Bestimmung von Analyten, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- 25 (b) Leiten von Flüssigkeit mit Bausteinen für die Synthese polymerer Rezeptoren über den Träger,
- (c) orts- oder/und zeitspezifisches Immobilisieren der Rezeptorbausteine an jeweils vorbestimmten Bereichen auf dem Träger und
- (d) Wiederholen der Schritte (b) und (c) bis die gewünschten Rezeptoren
30 an den jeweils vorbestimmten Bereichen synthetisiert worden sind, dadurch gekennzeichnet, dass vor, während oder/und nach der Synthese der Rezeptoren Hapten-Gruppen auf den Träger aufgebracht werden.

- 3 -

Ein zweiter Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Qualitätskontrolle von Rezeptorsynthesen auf einem Träger, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- (b) flächiges Aufbringen von Haptengruppen auf die Trägeroberfläche,
- 5 (c) Durchführen einer Rezeptorsynthese auf dem Träger,
- (d) Inkontaktbringen mit einem Hapten-Nachweisreagenz, das eine Detektion von Haptengruppen erlaubt,
- (e) Auswerten der Haptengruppen-Detektion auf dem Träger und
- 10 (f) Korrelieren des Ergebnisses der Auswertung mit der Qualität oder/und Effizienz der Rezeptorsynthese.

Ein dritter Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Qualitätskontrolle von Rezeptorsynthesen, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- 15 (b) Durchführen einer Rezeptorsynthese auf dem Träger, wobei Haptengruppen während der Synthese in die Rezeptormoleküle an vorbestimmten Positionen eingebaut werden,
- (c) Inkontaktbringen mit einem Hapten-Nachweisreagenz, das eine Detektion von Haptengruppen erlaubt,
- 20 (d) Auswerten der Haptengruppen-Detektion auf dem Träger und
- (e) Korrelieren des Ergebnisses der Auswertung mit der Qualität oder/und Effizienz der Rezeptorsynthese.

Die vorliegende Erfindung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass 25 das Verfahren zur Herstellung des Trägers mit einem Detektionssystem zur Analytbestimmung integriert werden kann. Dieses Detektionssystem kann zur integrierten Synthese und Analyse eingesetzt werden, insbesondere zum Aufbau komplexer Träger, z.B. Biochips, und zur Analyse komplexer Proben, z.B. zur Genom-, Genexpressions- oder Proteomanalyse.

30

Die Synthese der Rezeptoren erfolgt *in situ* auf dem Träger, beispielsweise indem Fluid mit Rezeptorsynthesebausteinen über den Träger geleitet wird,

- 4 -

die Bausteine an den jeweils vorbestimmten Bereichen auf dem Träger orts- oder/und zeitspezifisch immobilisiert werden und diese Schritte wiederholt werden, bis die gewünschten Rezeptoren an den jeweils vorbestimmten Bereichen auf dem Träger synthetisiert worden sind.

5

Ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass Hapten-Gruppen flächig oder/und ortsaufgelöst, vor, während oder/und am Ende eines - vor dem eigentlichen Rezeptoraufbau erfolgenden - Spaceraufbaus oder/und vor, während oder/und am Ende der Rezeptorsynthese auf den Träger aufgebracht werden.

Der durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Träger ist vorzugsweise in einer Vorrichtung zur Bestimmung von Analyten integriert, umfassend

15 (i) eine Lichtquellenmatrix, vorzugweise eine programmierbare Lichtquellenmatrix, z.B. ausgewählt aus einer Lichtventilmatrix, einem Spiegelarray, einem UV-Laserarray und einem LED-Array,

(ii) einen Träger, vorzugweise einen mikrofluidischen Träger mit Kanälen, insbesondere mit geschlossenen Kanälen, in denen sich die vorbestimmten Bereiche mit den jeweils unterschiedlich immobilisierten Rezeptoren befinden, wobei die Kanäle vorzugsweise im Bereich von 10 µm bis 10000 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 50 bis 250 µm, liegen und grundsätzlich in beliebiger Form ausgestaltet sein können, z.B. mit rundem, ovalem, quadratischem oder rechteckigem Querschnitt,

20 (iii) Mittel zur Zufuhr von Fluid zum Träger und zur Ableitung von Fluid aus dem Träger und

(iv) eine Detektionsmatrix, z.B. eine optische Detektionsmatrix, wie etwa eine CCD-Matrix oder/und eine elektronische Detektionsmatrix, wie sie in WO 00/13018 beschrieben ist.

25

30

- 5 -

In einer bevorzugten Ausführungsform bietet der Träger durch eine Einteilung in fluidische Subräume, die getrennt voneinander adressiert werden können, die Möglichkeit, die ortsspezifische Immobilisierung zu bestimmen. Ein Träger, der dieses Kriterium erfüllt, ist in WO 00/13018 5 beschrieben. Der Träger bietet dabei die Aufteilung der reaktiven Bereiche in 2 oder mehr Subräume.

Die Rezeptoren werden vorzugsweise ausgewählt aus Biopolymeren, die in situ auf dem Träger aus den entsprechenden Synthesebausteinen durch 10 eine Kombination lichtgesteuerter und nasschemischer Prozesse synthetisiert werden können. Als Synthesebausteine können dabei sowohl monomere, z.B. Mononukleotide, Aminosäuren etc., als auch oligomere Bausteine, z.B. Di-, Tri- oder Tetranukleotide, Di-, Tri- oder Tetrapeptide etc., eingesetzt werden. Bevorzugt werden die Rezeptoren ausgewählt aus Nukleinsäuren 15 wie DNA, RNA, Nukleinsäureanaloga wie Peptidnukleinsäuren (PNA), Proteinen, Peptiden und Kohlenhydraten. Besonders bevorzugt werden die Rezeptoren aus Nukleinsäuren und Nukleinsäureanaloga ausgewählt und in einem Nachweisverfahren zur Hybridisierung von komplementären Nukleinsäureanalyten eingesetzt. Die Immobilisierung der Rezeptoren auf 20 der Oberfläche erfolgt vorzugsweise über Spacergruppen. Auch Spacergruppen können schrittweise aus entsprechenden Synthesebausteinen aufgebaut werden.

Die Spacer- bzw. Rezeptorsynthese umfasst vorzugsweise die Verwendung 25 von Synthesebausteinen mit nasschemischen Schutzgruppen oder/und von Rezeptorbausteinen mit photochemischen Schutzgruppen. Gegebenenfalls können auch Synthesebausteine verwendet werden, die sowohl nasschemische als auch photochemische Schutzgruppen oder Hybridschutzgruppen, d.h. Gruppen, die zweistufig durch einen 30 nasschemischen und eine photochemischen Schritt abspaltbar sind, tragen. Beispiele für nasschemische Schutzgruppen sind beliebige Schutzgruppen, wie aus dem Stand der Technik zur Synthese von Biopolymeren, wie etwa

- 6 -

Nukleinsäuren oder Peptiden, auf festen Trägern bekannt sind. Bevorzugte Beispiele sind säurelabile Schutzgruppen, basenlabile Schutzgruppen, gegenüber Oxidation labile Schutzgruppen oder enzymatisch abspaltbare Schutzgruppen. Die Verwendung von säurelabilen Schutzgruppen, wie etwa Dimethoxytrityl, ist besonders bevorzugt. Für die photochemischen Syntheseschritte können beliebige photochemische Schutzgruppen, wie sie aus dem Stand der Technik zur Synthese von Biopolymeren, wie etwa Nukleinsäuren oder Peptiden, auf festen Trägern bekannt sind, eingesetzt werden. Bevorzugte Beispiele für photochemische Schutzgruppen sind in DE 101 05 079.8 und bevorzugte Beispiele für Hybridschutzgruppen sind in DE 101 05 077.1 beschrieben. Weiterhin können auch zweistufige Schutzgruppen verwendet werden, die einen photochemischen und einen nasschemischen Schritt zur Abspaltung bedürfen, wie in DE 101 32 025.6 beschrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst vorzugsweise die Herstellung eines Trägers mit mehreren, vorzugsweise mit mindestens 50 und besonders bevorzugt mit mindestens 100 verschiedenen Rezeptorbereichen, die mit jeweils unterschiedlichen Analyten in einer einzigen Probe reagieren können. Das erfindungsgemäße Verfahren kann zur Herstellung von Trägern eingesetzt werden, wobei die Rezeptoren in jedem Bereich des Trägers nur eine einzige Sequenz von Bausteinen enthalten. In einer weiteren Ausführungsform kann das erfindungsgemäße Verfahren jedoch auch zur Herstellung von Trägern eingesetzt werden, wobei die Rezeptoren in mindestens einem Bereich des Trägers mehrere verschiedene Sequenzen von Bausteinen enthalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren beinhaltet das Aufbringen von Hapten-Gruppen auf den zur Herstellung von Rezeptoren verwendeten Träger. Diese Hapten-Gruppen werden vorzugsweise ausgewählt aus organischen Molekülen mit einem Molekulargewicht bis zu 2.000, insbesondere bis zu 1.000, die von einem spezifischen Bindepartner, z.B. einem Protein, wie

- 7 -

etwa einem Antikörper, Streptavidin, Avidin oder einem Lektin, durch eine hochaffine Wechselwirkung erkannt werden. Die Bezeichnung "hochaffine Wechselwirkung" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Wechselwirkung zwischen Haptengruppe und Bindepartner ausreichend 5 stark ist, um eine Kontrolle des Einbaus von Hapten-Gruppen auf dem Träger unter jeweiligen Betriebsbedingungen mit einem entsprechenden Nachweisreagenz zu ermöglichen. Bevorzugte Beispiele für Haptene sind Digoxin und Digoxigenin sowie Dinitrophenol (DNP), die durch entsprechende Antikörper erkannt werden, bzw. Biotin oder Biotinanaloga, 10 wie etwa Iminobiotin, Aminobiotin oder Desthiobiotin, die durch Streptavidin und Avidin erkannt werden.

Die Hapten-Gruppen können flächig oder ortsspezifisch auf den Träger aufgebracht werden. Auch Kombinationen von flächigem Aufbringen und ortsspezifischem Aufbringen, beispielsweise unter Verwendung von zwei 15 oder mehreren unterschiedlichen Hapten-Gruppen, sind möglich. In diesem Zusammenhang bedeutet "flächiges Aufbringen", dass Hapten-Gruppen auf die Gesamtoberfläche des Trägers oder einen Teil davon aufgebracht werden, der Bereiche für die Rezeptorsynthese und benachbarte Bereiche, 20 auf denen keine Rezeptorsynthese erfolgen soll, beinhaltet. Andererseits bedeutet "ortsspezifisches Aufbringen" dass die Hapten-Gruppen auf jeweils einzelne Bereiche oder Gruppen von Bereichen für die Rezeptorsynthese selektiv aufgebracht werden.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Hapten-Gruppen in einen Spacer eingeführt. Ein solcher Spacer ist zwischen der eigentlichen Trägeroberfläche und dem Rezeptor angeordnet und kann dazu dienen, den Abstand des Rezeptors von der Oberfläche bzw. die Rezeptordichte innerhalb der vorbestimmten Bereiche auf einen optimalen Wert einzustellen. Die Synthese der Spacer erfolgt vorzugsweise ebenfalls durch 30 orts- oder/und zeitspezifisches Immobilisieren einzelner Spacerbausteine, bis die gewünschten Spacer an den jeweils vorbestimmten Bereichen

- 8 -

synthetisiert worden sind. Die Chemie des Spaceraufbaus kann analog der Chemie der Rezeptorsynthese unter Verwendung analoger Bausteine, die jedoch keine Rezeptorelemente enthalten, erfolgen, z.B durch Verwendung von Phosphoramiditbausteinen ohne Nukleobasen.

5

Durch Einbau von Hapten-Gruppen in den Spacer kann die Derivatisierung des Träger oder/und die Oberflächendichte der Spacermoleküle bestimmt werden. So kann beispielsweise während des Spaceraufbaus eine Hapten-Gruppe in den Spacer eingebaut werden und während oder/und nach dem 10 Spaceraufbau ein flächiges Anfärben der Trägeroberfläche durch den spezifischen Bindepartner der Hapten-Gruppe erfolgen. Das bei dieser Anfärbung erhaltene Signal erlaubt Rückschlüsse auf die Qualität der Trägerderivatisierung und ermöglicht eine Bestimmung, ob der Träger für eine spätere Rezeptorsynthese überhaupt verwendbar ist. Ein Vorteil dieser 15 Ausführungsform besteht darin, dass kein Einbau der Hapten-Gruppe in den Rezeptor erfolgt und sich die Hapten-Gruppe weder bei der folgenden Rezeptorsynthese noch bei einer Analytbestimmung störend auswirken kann.

20

In noch einer weiteren Ausführungsform kann die Hapten-Gruppe flächig auf die gesamte Trägeroberfläche aufgebracht werden. Dann wird nach bekannten Methode eine Rezeptorsynthese gegebenenfalls zusammen mit einer Spacersyntheser durchgeführt und anschließend die Oberfläche des Trägers durch den Hapten-Bindepartner angefärbt. An Bereichen, an denen 25 eine erfolgreiche Rezeptorsynthese erfolgt ist, kann keine Anfärbung durch den Bindepartner erfolgen. Der Grad des Fehlens einer Anfärbung korreliert mit der Rezeptordichte. Auch diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die zur Analytbestimmung verwendeten Rezeptoren eine Hapten-Gruppe tragen und sich die Hapten-Gruppe nicht störend bei der nachfolgenden 30 Analytbestimmung auswirken kann.

- 9 -

In noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Hapten-Gruppen an einer oder mehreren Positionen in die auf dem Träger synthetisierten Rezeptoren einführt, z.B am Anfang, in der Mitte oder am Ende des Rezeptors. Diese Vorgehensweise erlaubt eine
5 Kontrolle der Effizienz der Rezeptorsynthese über die Anzahl der in einen Bereich eingeführten Hapten-Gruppen.

Die Einführung der Hapten-Gruppen kann reversibel oder irreversibel erfolgen. Ein reversibles Einführen der Hapten-Gruppen hat den Vorteil,
10 dass die Gruppen zu definierten Zeitpunkten während bzw. nach der Rezeptorsynthese wieder abgespalten werden können und somit nicht zu einer Beeinträchtigung der Analytbindung an den Rezeptor führen können.

Die unterschiedlichen Arten der Einführung von Hapten-Gruppen ermöglichen ein reversibles und irreversibles Monitoring. Ein reversibles Monitoring bedeutet, dass nach Einbau von derartigen Reagenzien ein weiterer Kettenaufbau an dieser Position möglich ist, d.h. diese Reagenzien eignen sich nicht nur für eine terminale, sondern auch für eine interne Verwendung/Qualitätskontrolle der Rezeptorsynthese (Beispiel Figur 2A; B,
20 C). Ein irreversibles Monitoring bedeutet, dass nach Einbau von derartigen Reagenzien kein weiterer Kettenaufbau an diese Position mehr möglich ist, d.h. diese Reagenzien eignen sich für eine terminale Verwendung/ Qualitätskontrolle der Rezeptorsynthese (Beispiel Figur 2 D, E, F).

25 Weiterhin soll die vorliegenden Erfindung durch die nachfolgenden Figuren verdeutlicht werden:

Figur 1 zeigt zwei Ausführungsformen von Hapten-Gruppen-enthaltenden Synthonen, die für die Herstellung von Rezeptoren oder/und Spacern eingesetzt werden können. Es handelt sich dabei um Phosphoramidit-Synthone. Es können entsprechend jedoch auch andere Synthontypen eingesetzt werden.
30

- 10 -

Figur 1A zeigt einen Phosphoramiditbaustein, der mit einer Diisopropylaminogruppe, einer Cyanoethoxygruppe und einer weiteren Funktionalität X, die eine Hapten-Gruppe trägt, substituiert ist. Die Funktionalität X kann beispielsweise eine Nukleobase oder/und eine Spacer-
5 Einheit beinhalten.

Gemäß Figur 1B ist ein Phosphoramiditbaustein gezeigt, der mit einer Diisopropylaminogruppe, einer gegebenenfalls über einen Spacer an das Phosphoratom gebundenen Hapten-Gruppe und einer Gruppe O-Y
10 modifiziert ist, wobei Y eine Spacergruppe oder eine Nukleobase enthalten kann. Hier ist im Gegensatz zu Figur 1A die Hapten-Funktion direkt an die Phosphitamid-Einheit gebunden.

In Figur 2 sind spezifische Ausführungsformen des in Figur 1A gezeigten
15 Phosphoramiditderivats dargestellt. Bei den in Figur 2A und D gezeigten Derivaten ist die Hapten-Gruppe eine Dinitrophenylgruppe. Bei den in Figur 2B und E gezeigten Derivaten ist die Hapten-Gruppe eine Biotingruppe. Bei den in Figur 2C und F gezeigten Derivaten ist die Hapten-Gruppe eine Biotingruppen, die mit einer tert-Butylbenzoësäure-Gruppe geschützt ist.
20 Die Figuren 2A-C zeigen Derivate, die zusätzlich eine DMT (Dimethoxytritylgruppe) tragen. Dies hat den Vorteil, dass nach Kopplung mit diesem Reagenz die Oligonukleotidsynthese nach Abstraktion der terminalen DMT-Gruppe fortgeführt werden kann. Diese Reagenzien eignen sich somit zusätzlich für eine interne Markierung eines Oligonukleotids mit
25 Hapteten, während es sich bei Figur 2D-E um terminale Hapten-Markierungs-Reagenzien handelt.

Die in Figur 2A-C gezeigten Derivate sind für ein reversibles Monitoring geeignet, während die in Figur 2D-F gezeigten Derivate für ein irreversibles
30 Monitoring eingesetzt werden können.

- 11 -

Figur 3 zeigt spezifische Beispiele des in Figur 1B dargestellten Derivats.

Als Hapten-Gruppe ist eine Dinitrophenylgruppe vorhanden. Die Gruppe Y ist bei der Variante gemäß **Figur 3A** eine Spacergruppe, wobei R eine Schutzgruppe, z.B. eine fotolabile oder säurelabile Schutzgruppe, darstellt.

5 Bei der in **Figur 3B** gezeigten Variante ist Y eine Nukleosidgruppe umfassend eine Desoxyboseeinheit und Nukleobase (B), wobei die 5'-Position der Desoxyriboseeinheit durch eine Schutzgruppe R blockiert ist. Beide Reagenzien eignen sich zusätzlich für eine interne Markierung eines Oligonukleotids mit Hapteten.

10

Die Herstellung der Verbindungen gemäß **Figur 3A** erfolgt entsprechend dem Syntheseschema in **Figur 3C**. Die Herstellung der Verbindung gemäß **Figur 3B** erfolgt entsprechend dem Syntheseschema in **Figur 3D**, wobei als Nukleobase z.B. T verwendet wird.

15

Figur 4 zeigt einen ortsaufgelösten Einbau des Haptens DNP auf einem Träger an Bereiche für die Rezeptorsynthese und dessen Nachweis mit einem Anti-DNP-Antikörper (markiert mit dem Fluoreszenzfarbstoff Alexa 488).

20

Nach der flächigen Kopplung von zwei Spacereinheiten (X) wurde ortsaufgelöst eine DNP-Gruppe (DNP) aufgebracht. Nachfolgend wurde flächig eine Thymidineinheit (T) aufgebracht.

25 Die Detektion erfolgte mit einem anti-DNP-Antikörper, der mit Alexa-488 markiert war. Nur diejenigen Positionen ergeben ein Signal, auf die eine DNP-Einheit kondensiert wurde. Die Signalstärke ist abhängig von der Antikörperkonzentration.

30 Als DNP-Gruppe fand ein Baustein vom Typ **Figur 2A** Verwendung, d.h. es wurde ein reversibles Monitoring durchgeführt. Nach Abstraktion der an der

- 12 -

DNP-Einheit befindlichen DMT-Gruppe konnte die Rezeptorsynthese fortgeführt werden.

5 **Figur 5** zeigt die flächige Kopplung von zwei Spacer-Einheiten (X) und das abschließende flächige Aufbringen von DNP auf den Träger vor einer 10 ortsauflösten Rezeptorsynthese von homomeren Thymidineinheiten.

10 (a) Es wurde eine Hybridisierung mit einer Cy5-markierten, komplementären dA15-Sequenz durchgeführt. Hier sind mit abnehmender Signalintensität die Hybridisierungen auf den komplementären Thymidinsequenzen (von T₁₅...T₁) zu erkennen.

15 (b) Es wurde eine Detektion mit einem anti-DNP-Antikörper durchgeführt, der mit Alexa-488 markiert ist.

20 Hier ergibt sich ein flächiges Signal, das auf das Vorhandensein von DNP-Einheiten beruht, das nur an den Stellen, an denen Thymidineinheiten aufgebaut wurden, unterbrochen wird (Negativsignal). Zudem ist dieses Negativ-Signal umso stärker, je länger die Thymidinsequenz ist. Die Länge des Rezeptors, d.h. der Erfolg einer Synthese kann durch zunehmendes Negativ-Signal (abnehmendes Positivsignal) detektiert werden (negative Korrelation von Synthese und Detektionssignal).

25 Als DNP-Gruppe fand ein Baustein des Typ gemäß Figur 2A Verwendung, d.h. es wurde ein reversibles Monitoring durchgeführt. Nach Abstraktion der an der DNP-Einheit befindlichen DMT-Gruppe konnte die Rezeptorsynthese fortgeführt werden.

30 (c) Es ist eine schematische Darstellung der Prozessschritte gezeigt. Ausgangspunkt ist ein Träger mit zwei Spacer-Einheiten X; dann erfolgte eine flächige Kondensation mit DNP; dann erfolgt eine Rezeptorsynthese

- 13 -

ortsauflöst (Sequenzen T_1 bis T_{15}); dann erfolgt entweder eine Detektion mit (a) Cy5-markierten dA15 oder (b) mit anti-DNP-Antikörpern.

Somit kann die Länge der aufgebauten Oligonukleotide (T_1 - T_{15}) durch
5 Reaktion mit den anti-DNP-Antikörpern ermittelt werden. Das heißt, dieses
Verfahren eignet sich zur Qualitätskontrolle einer Rezeptorsynthese, da die
Erkennung der Sondenlänge und damit auch die Effizienz der an diese
Position erfolgten Synthese unabhängig von einer Sequenz mit einem
10 Antikörper universell erfolgen kann. Statt einer Kontrollhybridisierung, die
die Kenntnis der aufgebauten Rezeptorsequenzen voraussetzt, kann eine
universelle Erkennung von beliebig vielen unterschiedlichen Sequenzen über
den Antikörper erfolgen.

Der in Figur 5 gezeigte Träger mit Oligo-T-Rezeptoren kann ohne Weiteres
15 für Hybridisierungsexperimente, beispielsweise mit fluoreszenzmarkierten
dA₁₅-Sonden eingesetzt werden. Man erhält eine von der Länge der T-
Sonde abhängige Signalintensität.

Figur 6 zeigt den Einbau von Biotingruppen in einen Spacer. Nach der
20 ortsauflösten Kopplung mit 1 bis 4 Spacer-Einheiten (X ... XXXX) wurde
ortaufgelöst eine Biotin-Gruppe eingeführt, entweder:

- (A) distal, d.h. vor Rezeptorsynthese,
- (B) an beliebiger Position während der Rezeptorsynthese (hier zwischen
25 T_1 und T_{15})
- (C) terminal, d.h. nach beendeter Rezeptorsynthese.

Es bestehen 3 Möglichkeiten der Detektion:

- (1) Detektion mit einem Streptavidin-Phycoerythrin-Konjugat (SAPE)
nach beendeter Rezeptorsynthese
- 30 Hier kann die Länge/der Erfolg der ortsauflösten Synthese direkt an den
ortsauflösten Signalintensitäten abgelesen werden. Die gefundenen
Intensitäten verhalten sich längenabhängig, d.h. nach Anfärbung mit SAPE

- 14 -

ergibt eine T_{15} -Sequenz ein höheres Signal als eine entsprechende kürzere Sequenz.

(2) Hybridisierung mit einer Cy5-markierten, komplementären dA15-Sequenz

5 Hier sind mit abnehmender Signalintensität die Hybridisierungen auf den komplementären Thymidinsequenzen (von T_{15} ... T_1) zu erkennen.

Durch Waschen, z.B. mit DMSO/NMI, Methanol, Ethanol, Acetonitril etc. kann das PE-Streptavidinkonjugat abgestript werden.

10

Figur 7 zeigt die flächige Kopplung von zwei Spacer-Einheiten, das Aufbringen einer Biotin-Gruppe und eine anschließende Rezeptorsynthese.

15 (a) Nach der flächigen Kopplung mit zwei Spacereinheiten (X) wurde flächig eine Biotin-Gruppe aufgebracht. Nachfolgend wurde eine ortsaufgelöste Synthese von homomeren Thymidineinheiten (T_2 ... T_{16}) durchgeführt.

(b) Detektion mit einem SAPE-Konjugat

20 (c) Es werden ortsaufgelöst Signale an allen Positionen detektiert, an den bei der Rezeptorsynthese Thymidin-Sequenzen aufgebaut wurden. Es werden Positiv-Signale erzeugt. Die Intensitätsverteilung der Signale folgt der Dichte bzw. Länge der Rezeptormoleküle. Das heißt, bereits ohne Hybridisierung kann direkt nach der Synthese der Erfolg der Rezeptorsynthese überprüft werden.

25 (d) Es erfolgt die Entfernung der SAPE-Signalträgermoleküle. Hierzu wird der DNA-Chip vorzugsweise mit einem organischen Lösungsmittel gewaschen (z.B. Acetonitril, Ethanol, DMSO).

(e) Der Träger liegt in seinem ursprünglichen Zustand ohne SAPE-Signalträgermoleküle vor.

30 (f) Hybridisierung mit Cy5-markierter, komplementärer dA15-Sequenz.

- 15 -

(g) Hier sind mit abnehmender Signalintensität die Hybridisierungen auf den komplementären Thymidinsequenzen (von T₁₆ ... T₂) zu erkennen.

- 16 -

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Trägers für die Bestimmung von
5 Analyten, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- (b) Leiten von Flüssigkeit mit Bausteinen für die Synthese polymerer Rezeptoren über den Träger,
- (c) orts- oder/und zeitspezifisches Immobilisieren der Rezeptorbausteine an jeweils vorbestimmten Bereichen auf 10 dem Träger und
- (d) Wiederholen der Schritte (b) und (c) bis die gewünschten Rezeptoren an den jeweils vorbestimmten Bereichen synthetisiert worden sind,

15 dadurch gekennzeichnet,
dass vor, während oder/und nach der Synthese der Rezeptoren Hapten-Gruppen auf den Träger aufgebracht werden.

2. Verfahren zur Qualitätskontrolle von Rezeptorsynthesen auf einem
20 Träger, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- (b) flächiges Aufbringen von Haptengruppen auf die Trägeroberfläche,
- (c) Durchführen einer Rezeptorsynthese auf dem Träger,
- (d) Inkontaktbringen mit einem Hapten-Nachweisreagenz, das 25 eine Detektion von Haptengruppen erlaubt,
- (e) Auswerten der Haptengruppen-Detektion auf dem Träger und
- (f) Korrelieren des Ergebnisses der Auswertung mit der Qualität oder/und Effizienz der Rezeptorsynthese.

- 17 -

3. Verfahren zur Qualitätskontrolle von Rezeptorsynthesen, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers,
- 5 (b) Durchführen einer Rezeptorsynthese auf dem Träger, wobei Haptengruppen während der Synthese in die Rezeptormoleküle an vorbestimmten Positionen eingebaut werden,
- 10 (c) Inkontaktbringen mit einem Hapten-Nachweisreagenz, das eine Detektion von Haptengruppen erlaubt,
- (d) Auswerten der Haptengruppen-Detektion auf dem Träger und
- (e) Korrelieren des Ergebnisses der Auswertung mit der Qualität oder/und Effizienz der Rezeptorsynthese.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

15 dadurch gekennzeichnet,
dass man einen mikrofluidischen Träger mit Kanälen, vorzugsweise mit geschlossenen Kanälen verwendet, in denen vorbestimmte Bereiche mit immobilisierten Rezeptoren entstehen.

20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Rezeptoren ausgewählt werden aus Biopolymeren wie etwa Nukleinsäuren, Nukleinsäureanaloga, Proteinen, Peptiden und Kohlenhydraten.

25

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Rezeptoren aus Nukleinsäuren und Nukleinsäureanaloga ausgewählt werden.

30

- 18 -

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass man einen Träger mit mehreren, vorzugsweise mit mindestens
5 50 und besonders bevorzugt mit mindestens 100 verschiedenen
Rezeptorbereichen herstellt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hapten-Gruppen ausgewählt werden aus organischen
10 Molekülen mit einem Molekulargewicht bis zu 2.000, die von einem
spezifischen Bindepartner durch eine hochaffine Wechselwirkung
erkannt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hapten-Gruppen ausgewählt werden aus Digoxin,
15 Digoxigenin, Dinitrophenol und Biotin oder Biotinanaloga.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein flächiges Aufbringen der Hapten-Gruppen auf den Träger
20 erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein ortsspezifisches Aufbringen der Hapten-Gruppen auf den
25 Träger erfolgt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hapten-Gruppen direkt auf die Oberfläche des Trägers
30 aufgebracht werden.

- 19 -

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hapten-Gruppen in Spacermoleküle eingeführt werden, die
zwischen der Trägeroberfläche und den Rezeptoren angeordnet sind.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hapten-Gruppen an einer oder mehreren Positionen in die
auf dem Träger synthetisierten Rezeptoren eingeführt werden.

10

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein reversibles Aufbringen der Hapten-Gruppen erfolgt.

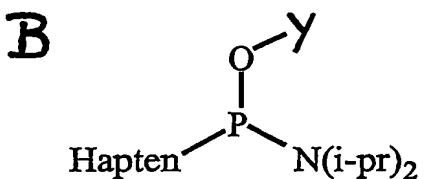
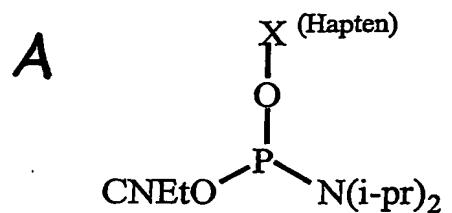
15

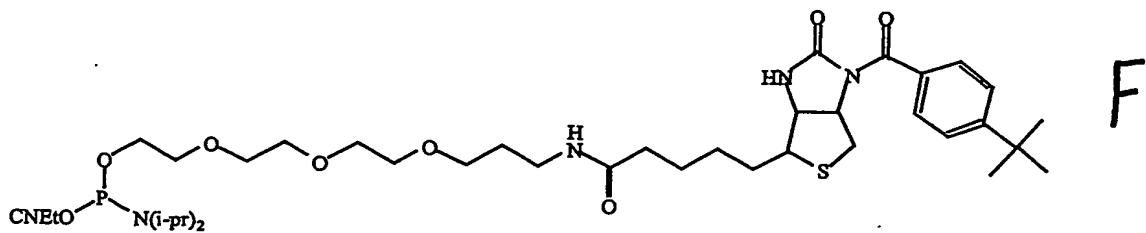
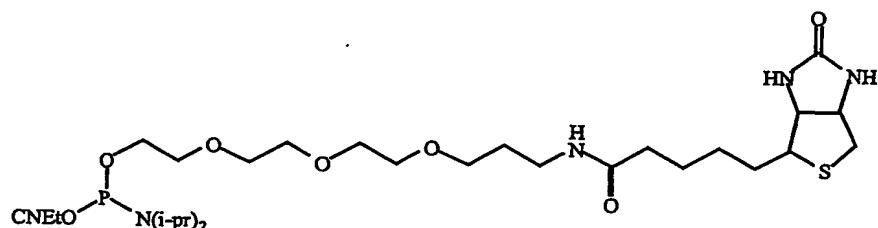
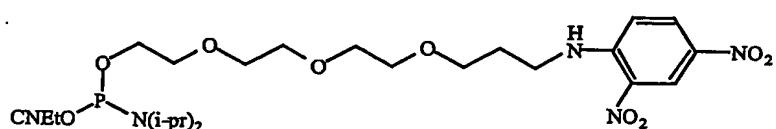
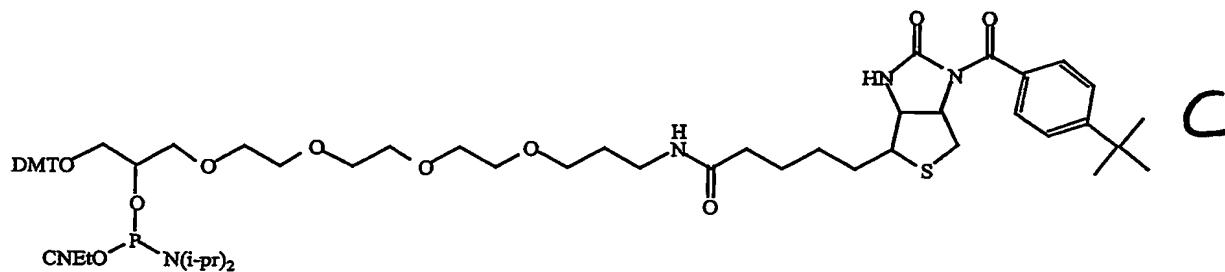
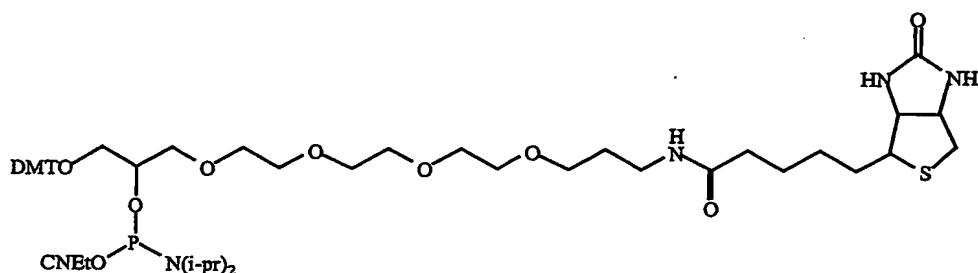
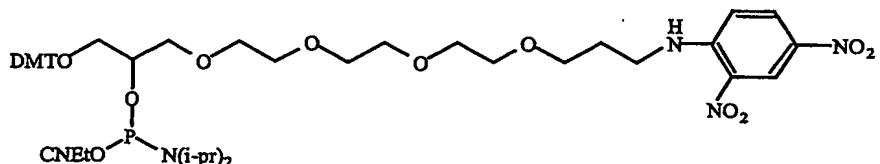
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein irreversibles Aufbringen der Hapten-Gruppen erfolgt.

20

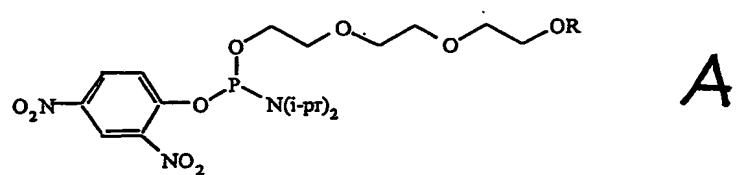
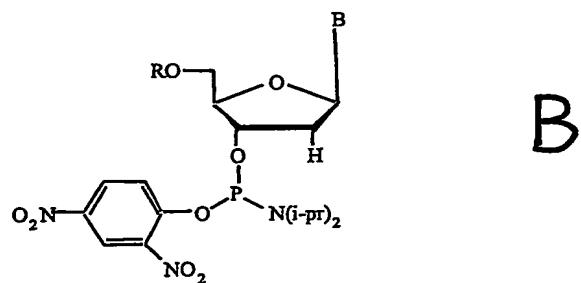
17. Verwendung von Hapten-Gruppen zur Kontrolle der Synthese von
Rezeptoren auf einem Träger.

1/9

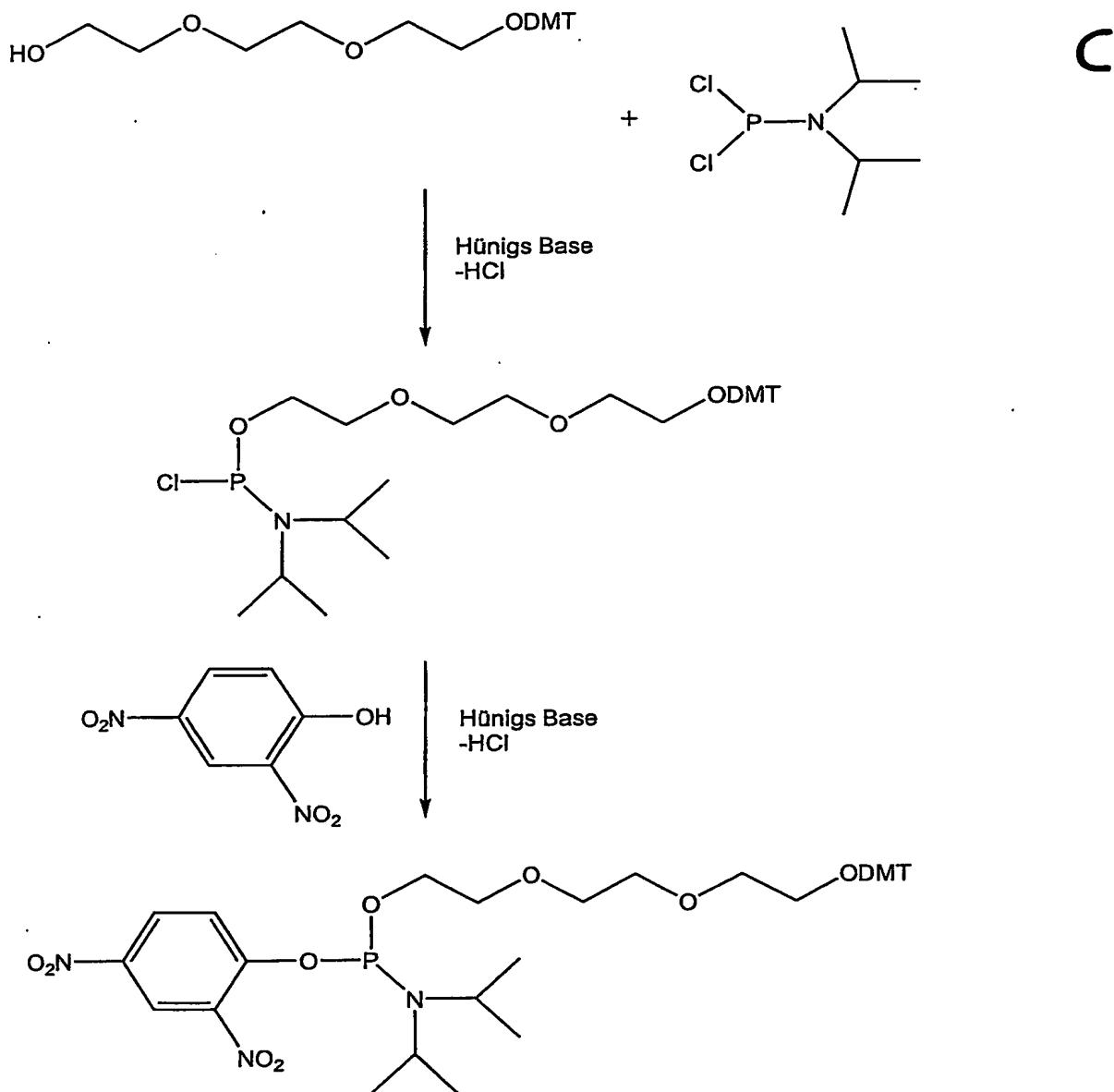
Figur 1

Figur 2

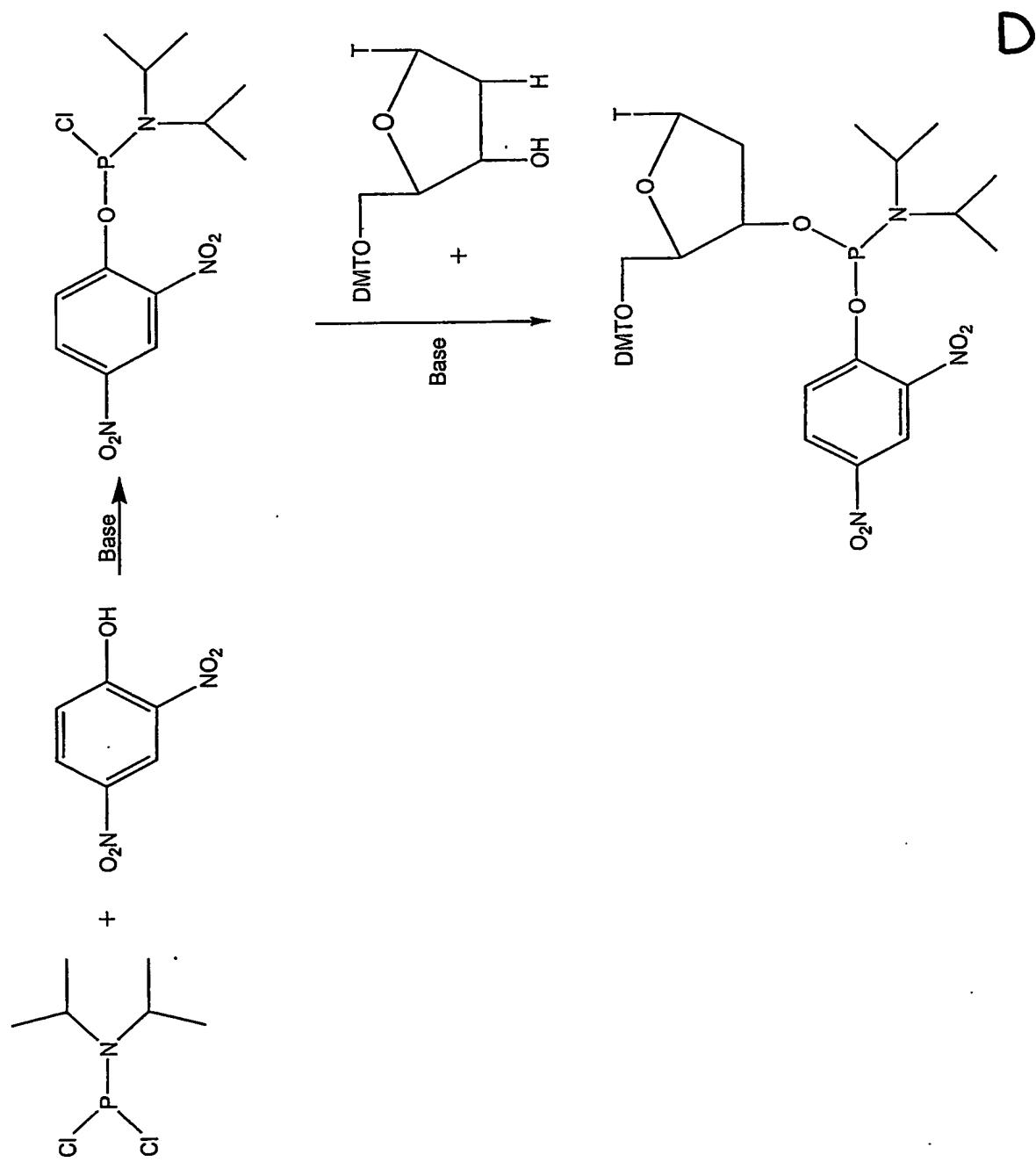
3/9

Figur 3**A****Spacer-Variante****B****Nucleotid-Variante**

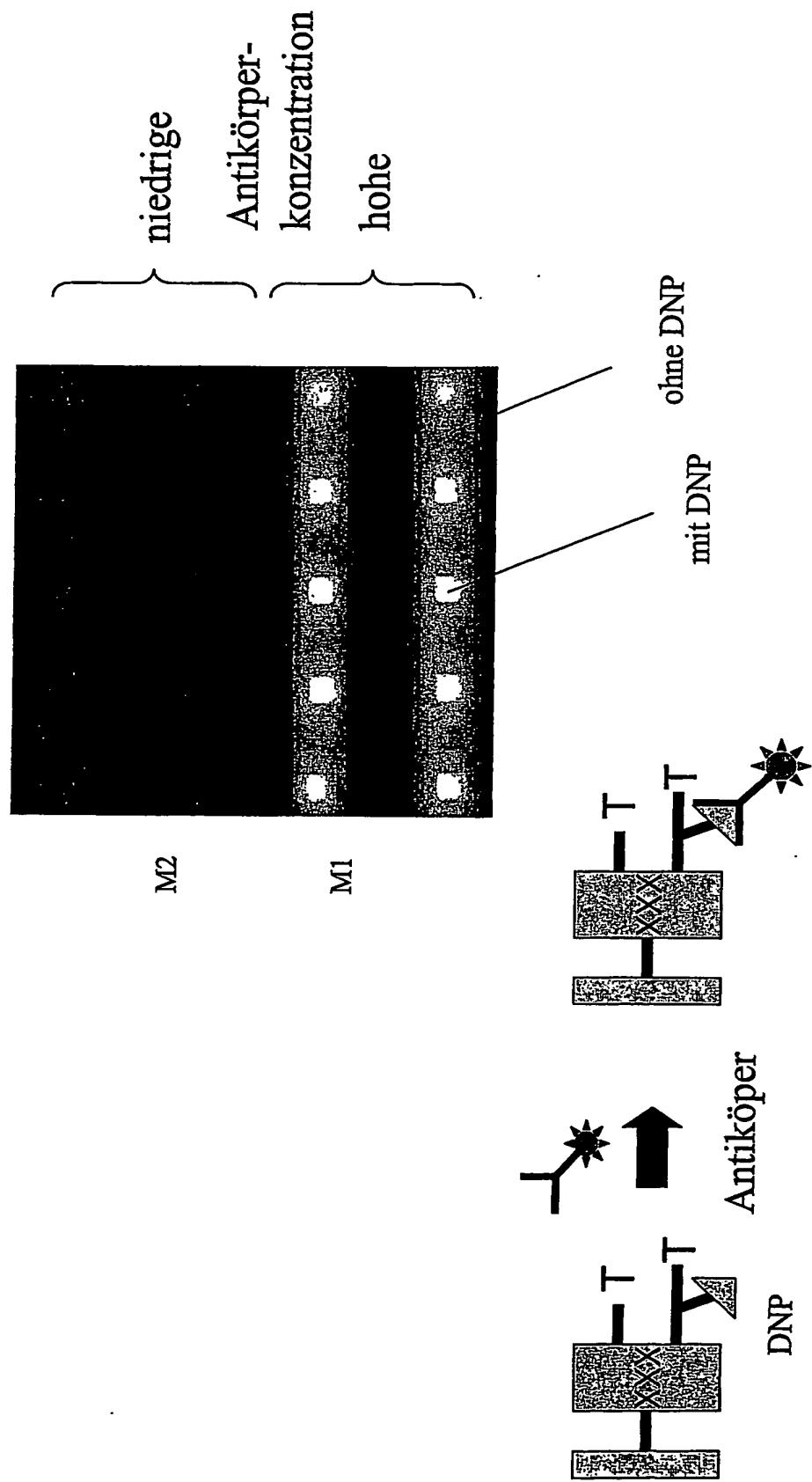
4/9

Figur 3

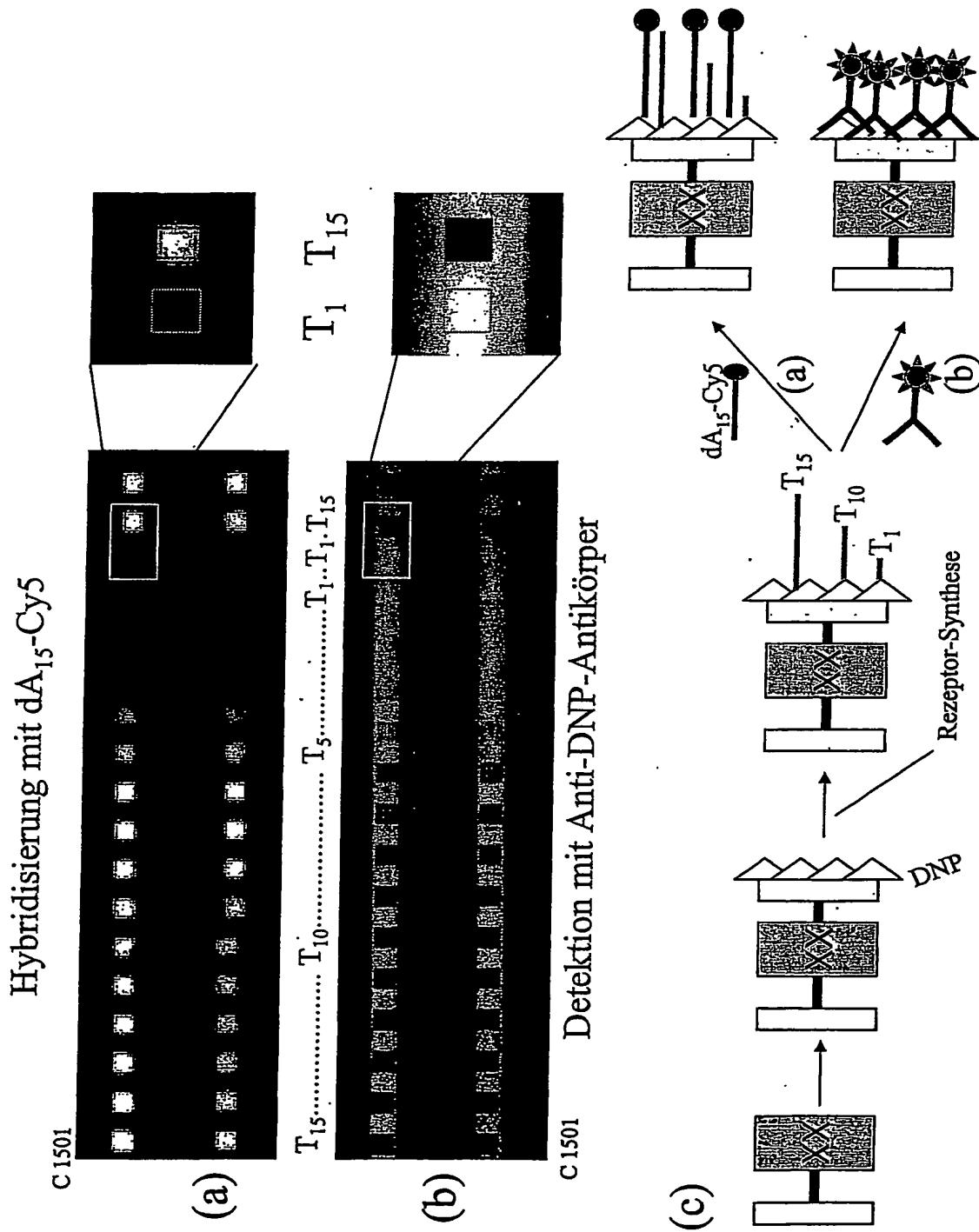
5/9

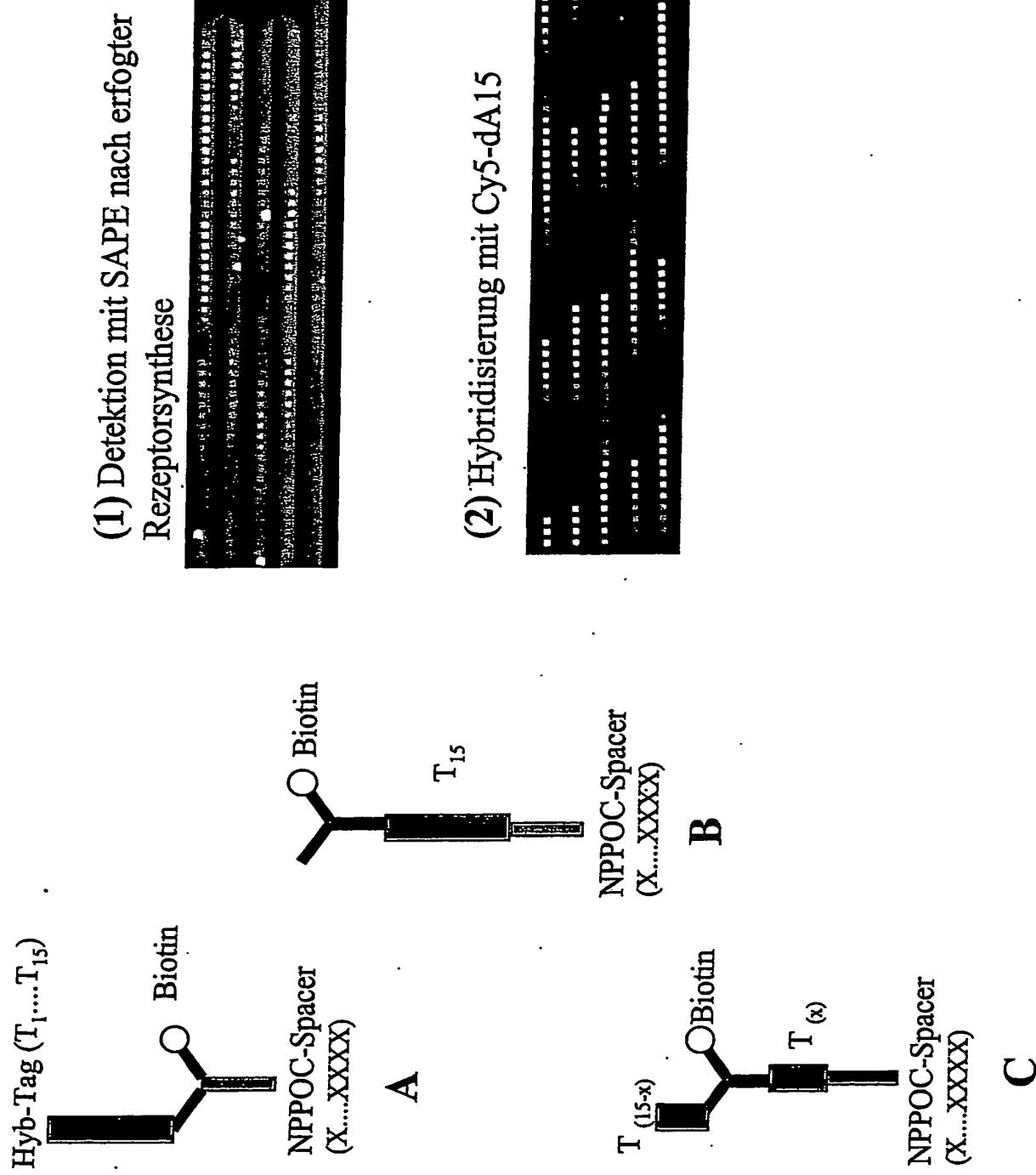
Figur 3

6/9

Figur 4

Figur 5



Figur 6

Figur 7

